

☐

Print

Jun 26, 2002

TITLE: HIGH STRENGTH RACE AND ITS PRODUCTION METHOD

UENO, KANJI

Go to Doc#

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-180183

(P2002-180183A)

(43)公開日 平成14年6月26日(2002.6.26)

(51)Int.Cl.	識別記号	FI	キーワード(参考)
C22C 38/00	301	C22C 38/00	301H 3J101
C21D 8/00		C21D 8/00	A 4K032
9/40		9/40	A 4K042
C22C 38/54		C22C 38/54	
38/60		38/60	

審査請求 未請求 請求項の数5 OL (全7頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-380666(P2000-380666)

(22)出願日 平成12年12月14日(2000.12.14)

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 浅野 晋司

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 渡辺 昭一

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(74)代理人 100102141

弁理士 的場 基憲

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高強度レース及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 高い衝撃特性と高い転動疲労特性を有し、製造性にも優れた高強度レース及びその製造方法を提供すること。

【解決手段】 Cを0.30~0.60%、Siを0.30~1.30%、Mnを0.2~1.0%、Bを0.0050%以下、Crを0.1~0.5%、Moを0.1~0.5%、Si+Moを0.5~1.4%、Niを0.02~1.0%の割合で含有し、残部主要成分がFeの鋼材を用いたレースである。高周波焼入れ後の表面硬さが58HRC以上、300℃焼戻し後の表面硬さが52HRC以上である。その製造方法では、上述の鋼材を720~790℃に加熱して温間鍛造を行い、850±10℃で保持して焼準し、3~10℃/分で冷却し、550℃で20分以上保持し、大気放冷し、更に、機械加工により所定形状に成形加工し、高周波焼入れ及び焼戻しを行い、仕上げ加工を施す。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 Cを0.30～0.60%、Siを0.30～1.30%、Mnを0.5～1.5%、Bを0.0050%以下、Crを0.1～0.5%、Moを0.1～0.5%、Si+Moを0.5～1.4%、Niを0.02～1.0%の割合で含有し、残部の主要成分がFeである鋼材を用いて成り、

高周波焼入れ後の表面硬さが58HRC以上、300℃焼戻し後の表面硬さが52HRC以上であることを特徴とする高強度レース。

【請求項2】 上記鋼材が、Fe以外の残部として、0.05%以下のBi、0.10%以下のS、0.01%以下のCa、0.10%以下のZr、0.10%以下のSb及び0.01%以下のPbから成る群より選ばれた少なくとも1種の元素を含有することを特徴とする請求項1記載の高強度レース。

【請求項3】 高周波焼入れ部組織のマルテンサイト率が90%以上の均一なマルテンサイト組織であることを特徴とする請求項1又は2記載の高強度レース。

【請求項4】 91～96HRBの硬さを有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つの項に記載の高強度レース。

【請求項5】 請求項1～4のいずれか1つの項に記載の高強度レースを製造するに当たり、

上記鋼材を720～790℃に加熱して温間鍛造を行い、次いで、850±10℃で保持して焼準した後、3～10℃/分にて冷却し、550℃にて20分以上保持し、大気放冷し、

しかる後、機械加工により所定形状に成形加工し、高周波焼入れ及び焼戻しを行い、更に仕上げ加工を施す、ことを特徴とする高強度レースの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ドライブシャフトの高強度レースに係り、更に詳細には、転動疲労特性や耐面疲労強度に優れ、しかも生産性が良好な高強度レース及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、地球環境保全の立場から、自動車については低燃費や低公害のニーズが高まっている。パワートレインユニットとしては、燃料消費効率の向上及び原価低減を目的として、構成部品の高強度化による、小型・軽量化の要望が高い。ドライブシャフトを小型化する場合、レース、特にアウターレースの転動疲労特性を向上させる必要がある。アウターレースには、安全性を保証するために高い衝撃特性を備えるだけでなく、ロングライフを確保するために優れた転動疲労特性が要求されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、ドライ

ブシャフトを小型・軽量化しようとする、特にゼッパ型ではアウターレースとボールの接触面積が小さいため、面圧が高くなり、発熱が生じ易いので、転動部の表層が高温になって焼戻されて軟化し、早期にフレーキングやピッチングが発生するという課題があった。

【0004】また、アウターレース転動部の面疲労強度を向上させるには、高温硬さを上げることが有効である。高温硬さを上げるには、初期硬さを向上させる方策と高温軟化抵抗を上げる方策がある。高周波焼入れでは、初期硬さをさほど上げられない。初期硬さを向上させる方策としては、浸炭焼入れがある。また、高温軟化抵抗を上げる方策としては、既に特開平6-173967号公報に、窒化後、高周波焼入れを行う複合熱処理が提案されているが、いずれの工法も生産リードタイムや製造コストが大幅に悪化する。また、浸炭焼入れでは、衝撃強度が低下するという課題があった。

【0005】本発明は、このような従来技術の有する課題に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、高い衝撃特性のみならず高い転動疲労特性を有し、しかも製造性にも優れた高強度レース及びその製造方法を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記目的を達成すべく、ドライブシャフトのレースの転動疲労特性を向上させるため、生産性の高い高周波焼入れを前提として研究を行った。この際、常温での表面硬さがさほど高くなくても、高温軟化抵抗を高めることにより、転動疲労特性が向上すると考え、この観点に立ち、鍛造性や機械加工性等の製造性を悪化させることなく、高温軟化抵抗を高める方策を鋭意検討した。その結果、Si、Mo及びCrの所定量を合金化し、所定の鍛造条件や粗材熱処理条件を組み合わせるにより、強度、転動疲労特性及び製造性を兼備させ得ることを見出し、本発明を完成するに至った。

【0007】即ち、本発明の高強度レースは、Cを0.30～0.60%、Siを0.30～1.30%、Mnを0.5～1.5%、Bを0.0050%以下、Crを0.1～0.5%、Moを0.1～0.5%、Si+Moを0.5～1.4%、Niを0.02～1.0%の割合で含有し、残部の主要成分がFeである鋼材を用いて成り、高周波焼入れ後の表面硬さが58HRC以上、300℃焼戻し後の表面硬さが52HRC以上であることを特徴とする。

【0008】また、本発明の高強度レースの好適形態は、高周波焼入れ部組織のマルテンサイト率が90%以上の均一なマルテンサイト組織であることを特徴とする。

【0009】更に、本発明の高強度レースの製造方法は、上述の如き高強度レースを製造するに当たり、上記鋼材を720～790℃に加熱して温間鍛造を行い、次

いで、 $850 \pm 10^\circ\text{C}$ で保持して焼準した後、 $3 \sim 10^\circ\text{C}/\text{分}$ にて冷却し、 550°C にて20分以上保持し、大気放冷し、しかる後、機械加工により所定形状に成形加工し、高周波焼入れ及び焼戻しを行い、更に仕上げ加工を施す、ことを特徴とする。

【0010】

【作用】本発明においては、特定元素を所定量含む鋼材、特にSi、Cr及びMoの所定量を複合添加した鋼材を用いることにした。これにより、焼戻し軟化抵抗が増加し、従来の鋼に対し転動疲労強度を大幅に向上させることが可能になり、且つ従来鋼と同等の温間鍛造性をも具備させることが可能になった。

【0011】なお、アウターレースの高強度化については、例えば特開平6-93374号公報に、所定の化学成分組成を有する鋼を高周波焼入れする技術が提案されている。しかし、この技術は粗大な酸化物系化合物と窒化チタン(TiN)介在物が転動疲労強度に有害であるという観点から、これらを低減することを主眼とするものであり、本発明とは動機付けや契機が基本的に異なる技術である。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の高強度レースについて詳細に説明する。なお、本明細書において、「%」は特記しない限り質量百分率を表す。上述の如く、本発明の高強度レースは、C(炭素)、Si(珪素)、Mn(マンガン)、B(ホウ素)、Cr(クロム)、Mo(モリブデン)、Ni(ニッケル)及びS(硫黄)を所定量含有し、Siとモリブデンの合計量を所定値に制御し、残部がFe(鉄)と不純物である鋼材を用いて成る。

【0013】以下、かかる鋼材における各成分の含有量及びその限定理由につき説明する。

C: $0.30 \sim 0.60\%$

Cは、機械部品の強度確保するために必須の元素であるが、 0.30% 未満では、焼入れ性を向上させる元素を添加しても、高周波焼入れ後の部品の表面層の硬さを58HRC以上とすることができない。また、 0.60% を超えると、高周波焼入れ時に焼割れを発生するおそれがある。

【0014】Si: $0.30 \sim 1.30\%$

Siは、焼戻し軟化抵抗を高める元素であるが、その一方で変形能が低下し、鍛造時に割れが発生し易くなるので、上限は 1.30% とした。

【0015】Mn: $0.50 \sim 1.50\%$

Mnは、焼入れ性を向上させ表面硬さを増加させるのに有効な元素であるが、 0.50% 未満では効果は不十分である。また、 1.50% を超えて添加してもその硬化は飽和し、鍛造時に割れが発生し易くなる。

【0016】B: 0.005% 以下

溶解性のBは、高周波焼入れ性を向上させるとともに、

耐衝撃曲げ及び耐衝撃ねじり特性を改善する効果を有する元素である。これらの効果を確実に得るためには少なくとも 0.0005% の割合で含有させることが好ましい。但し、 0.005% を超えて含有させても、その効果が飽和し、圧延や鍛造などの熱間加工で割れを発生し易くなるなどの弊害が生ずる。

【0017】Cr: $0.1 \sim 0.5\%$

Crは、Mnと同様に鋼の焼入れ性を向上させる元素である。高周波焼入れする部品の直径又は厚さが25mm以下の場合には、Cr添加は不要であるが、比較的大型の部品を高周波焼入れする場合には、焼入れ性を改善するために添加することが望ましい。その添加量は 0.1% 未満では効果が不十分で、また 0.5% を超えて添加すると、被削性や熱間加工性などの製造性が悪化する。

【0018】Mo: $0.1 \sim 0.5\%$

Moは、鋼の靱性を向上するとともに、高周波焼入れ部、非焼入れ部の衝撃特性を改善し、耐衝撃曲げや耐衝撃ねじり特性を向上させる。但し、 0.5% を超えて添加すると、被削性や熱間加工性などの製造性を悪化させる。

【0019】Ni: $0.02 \sim 1.0\%$

Niは、鋼の靱性を向上させるが、 0.02% 未満では効果が不十分であり、また、 1.0% を超えて含有させると、被削性や温間鍛造性の悪化を助長させることになる。

【0020】Si+Mo: $0.5 \sim 1.4\%$

Si及びMoは、高温焼戻し軟化抵抗を高める効果がある。しかしこの一方で、上述のように被削性や鍛造性を悪化させる。両者の和が 0.5% 未満であると、高温焼戻し軟化抵抗の向上効果は不十分であり、 1.4% を超えて添加すると、製造性を損なう。

【0021】なお、本発明のレースに用いる鋼材は、上述の元素を必須成分とするが、これ以外にも、 0.05% 以下のBi(ビスマス)、 0.10% 以下のS、 0.01% 以下のCa(カルシウム)、 0.10% 以下のZr(ジルコニウム)、 0.10% 以下のSb(アンチモン)又は 0.01% 以下のPb(鉛)、及びこれらの任意の組合せに係る元素を添加することできる。このような添加元素を用いることにより、高い耐面疲労特性を実現でき、且つ従来鋼と同等の被削性を確保できるようになるので、必要に応じてこれら添加元素を含有させることが好ましい。

【0022】上述した鋼材を用いて成る本発明の高強度レースは、その高周波焼入れ後の表面硬さは58HRC以上で、 300°C 焼戻し後の表面硬さは52HRC以上である。このように、本レースでは、 300°C 焼戻し後の表面硬さを52HRC以上に制御することにより、軟化抵抗性を高めて、高周波焼入れ部品の疲れ特性を有効に向上させた。また、高周波焼入れ後の表面硬さを58HRC以上に制御することにより、耐摩耗性を有意に改

善したものである。

【0023】また、本発明の高強度レースにおいては、高周波焼入れ部組織のマルテンサイト率が90%以上の均一なマルテンサイト組織であることが好ましい。即ち、マルテンサイト率が低く、フェライト、パーライト組織を含む場合は、耐衝撃性が低下することがある。そのため、マルテンサイト率は90%以上とすることが好ましい。

【0024】次に、本発明の高強度レースの製造方法について説明する。上述の如く、本発明の製造方法においては、上記鋼材を720～790℃に加熱して温間鍛造を行い、850±10℃で保持して焼準した後、3～10℃/分で冷却し、550℃で20分以上保持し、大気放冷し、次いで、機械加工により所定形状に成形加工し、高周波焼入れ及び焼戻しを行い、更に仕上げ加工を施すことにより、上述の如き高強度レースを得る。

【0025】ここで、温間鍛造時の加熱温度については、高温にした方が鍛造成形性が向上する反面、材料強度が低下して鍛造時に軸部で座屈が発生することがある。また、加熱温度を上げすぎると型寿命に悪影響を与える。これらのことを考慮すると、本発明において、温間鍛造時の好適加熱温度は720～790℃となる。

【0026】また、本発明の製造方法においては、上述の条件下で焼準をおこなうことにより、91～96HRCの硬さが実現される。この範囲を逸脱すると、工具摩耗量の増加や切り屑処理性の悪化により、工具寿命の低下を招き、結果としてレースの製造性を低減させることになり、好ましくない。

【0027】

【実施例】以下、本発明を実施例により更に詳細に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない*

*い。

【0028】(実施例1)下記表1に示した成分組成の鋼を溶製し、ビレットにした後、熱間圧延してφ50mmの丸棒にした。得られた丸棒から、φ30mm、高さ45mmの円柱状試験片を機械加工により製造し、この製造性により、各成分組成の鋼の温間鍛造性を評価した。得られた円柱状試験片を720℃及び780℃に加熱し、プレス加工機によって加工率50%の温間鍛造を行った。また、その後、焼準条件(冷却速度)と硬さの関係を調査した。その結果を表2に示す。

【0029】一方、面疲労強度を評価するため、ローラービッチング試験を実施した。直径26mm、長さ28mmの試験部位に対して以下の作業を行った。まず、高周波加熱により試験表面温度が850℃になるまで0.9秒間で昇温する。更に、1150℃まで1.9秒間で昇温して水焼入れし、170℃で120分間の焼戻しを行う。比較鋼のローラービッチング寿命は、10⁵のレベルにあるが、発明鋼では比較鋼に対し10倍以上の寿命延長が確認された。ローラービッチング試験条件を以下に記載し、同試験の結果を図1に示す。

【0030】[ローラービッチング試験条件]

①付加荷重:18.6kN(1900kgf)

②面圧:4500MPa(459kgf/mm²)

③回転数(駆動側)

④すべり率:20%

⑤駆動ローラー:小ローラー(供試品)

⑥従動ローラー:大ローラー(SUJ2)

⑦潤滑油温度:100～110℃

⑧ビッチング検出方法:振動センサー

【0031】

【表1】

区分	鋼 水準	成分組成 mass%											
		C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni	Cr	Mo	s-B	Bi	Pb
発明鋼	1	0.55	0.49	0.55	0.008	0.017	0.02	0.02	0.17	0.18	0.014	0.030	-
	2	0.54	0.52	0.63	0.018	0.022	0.02	0.03	0.17	0.18	0.002	0.020	-
	3	0.54	1.00	0.60	0.011	0.012	0.01	0.03	0.36	0.33	-	0.038	-
	4	0.48	0.50	0.59	0.016	0.020	0.01	0.03	0.25	0.20	0.015	-	-
	5	0.58	0.52	0.59	0.015	0.020	0.01	0.03	0.25	0.20	0.014	-	-
比較鋼	1	0.55	0.22	0.64	0.019	0.012	0.06	0.03	0.30	0.01	-	-	0.07
	2	0.53	0.25	0.66	0.017	0.013	0.06	0.01	0.30	0.01	-	-	0.08
	3	0.55	0.52	0.64	0.015	0.015	0.09	0.03	0.29	0.01	0.014	-	-
	4	0.55	0.20	0.65	0.015	0.015	0.10	0.03	0.30	0.20	0.014	-	-

【0032】

※ ※【表2】

区分	鋼	鍛造時の成形抵抗 Mpa					鍛造後の焼準硬さ HRB				
		鍛造温度 °C					850°C保持後の冷却速度 °C/分				
		700	720	750	790	820	3	6	10	30	60
発明鋼	1	320	315	298	272	248	92	93	95	97	103
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	352	350	340	308	274	93	94	96	98	108
	4	290	288	277	258	240	91	92	94	96	101
	5	324	325	308	282	262	93	93	96	96	104
比較鋼	1	316	312	273	245	240	91	92	92	92	95
	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

【0033】（実施例2）発明鋼及び比較鋼にて、アウターレースを図2に示す工程に従って製造した。発明鋼の素材の硬さは比較鋼に比べて高いが、温間鍛造の成形性には問題はない。機械加工前の焼準硬さの結果を表3に示す。なお、表3の条件1は、850℃で40分間保持した後、冷却速度10℃/分で30分間かけて550℃まで冷却し、更に大気放冷するもので、条件2は、850℃で40分間保持した後、冷却速度3.3℃/分で90分間かけて550℃まで冷却し、550℃で30分間保持した後に大気放冷するものである。発明鋼の焼準時の冷却速度を3～10℃/分とすることにより、従来鋼である比較鋼1と同程度の硬さが得られる。機械加工時の工具摩耗量の測定結果が表4に示したデータである。焼準時の冷却速度を最適化することにより、所定の硬さが得られ、十分な機械加工性が確保できる。また、*

*表5には、高周波焼入れ部の硬化層硬さ及び表面硬さの測定結果を示した。

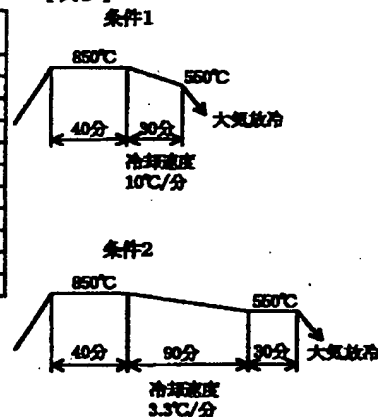
【0034】面疲労強度を評価するため、ドライブシャフト組立状態で、回転耐久試験を実施した。耐久試験では、発明鋼1、2及び比較鋼1の3鋼種を比較した。耐久試験の結果を図3に示す。同図に示すように、実ワークでも、ローラーピッチング試験と同様に、発明鋼が高い耐久強度を有することが確認された。以上より、アウターレースを製造して生産性を確認した結果、鍛造成形性、旋削加工性及び研削加工性も良好であることが確認された。また、強度性能及び生産性が適切にバランスされており、本発明に属する上記実施例の作用効果は産業上極めて有効であるといえる。

【0035】

【表3】

区分	鋼	焼準条件	※鍛造後の焼準硬さHRB
発明鋼	1	条件1	94
	2	条件1	94
	3	条件2	96
	4	-	-
	5	-	-
比較鋼	1	条件1	93
	2	-	-
	3	-	-
	4	-	-

※アウターレースのホール部にて測定



【0036】

※40※【表4】

区分	鋼 水準	旋削加工		切り屑 処理性
		外周 VB摩耗量	内周 VB摩耗量	
発明鋼	1	0.27	0.20	良
	2	0.28	0.22	やや長め
	3	0.33	0.18	良
	4	—	—	—
	5	—	—	—
比較鋼	1	0.30	0.15	良
	2	—	—	—
	3	—	—	—
	4	—	—	—

【0037】

* * 【表5】

区分	鋼 水準	アウターレース高周波焼入れ部の硬さ				
		ボール溝部		軸部		ボール溝部 300℃焼戻し硬さ
		表面硬さ	ECD	表面硬さ	ECD	
発明鋼	1	62~64	2.8	64~66	5.0	53~55
	2	61~62	2.0	62~64	5.2	52~54
	3	62~63	2.4	62~63	5.4	55~56
	4	—	—	—	—	—
	5	—	—	—	—	—
比較鋼	1	60~62	2.0	61~63	5.2	49~51
	2	60~62	2.1	61~63	5.2	49~50
	3	62~63	2.1	61~63	5.2	50~52
	4	62~63	2.1	61~63	5.2	50~52

硬さ単位:HRC

ECD:有効硬化層深さ mm

【0038】以上、本発明を好適実施例により詳細に説明したが、本発明はこれら実施例に限定されるものではなく、本発明の要旨の範囲内において種々の変形実施が可能である。例えば、上記実施例では、レースとしてアウターレースを例に採って説明したが、本発明はインナーレースにも適用できる。

【0039】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明によれば、Si、Mo及びCrの所定量を合金化し、所定の鍛造条件や粗材熱処理条件を組み合わせることなどとした※

※ため、高い衝撃特性のみならず高い駆動疲労特性を有し、しかも製造性にも優れた高強度レース及びその製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

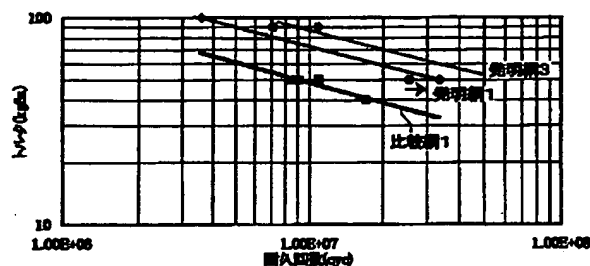
【図1】ローラーピッチング試験の結果を示すグラフである。

【図2】アウターレースの製造工程を示すフローチャートである。

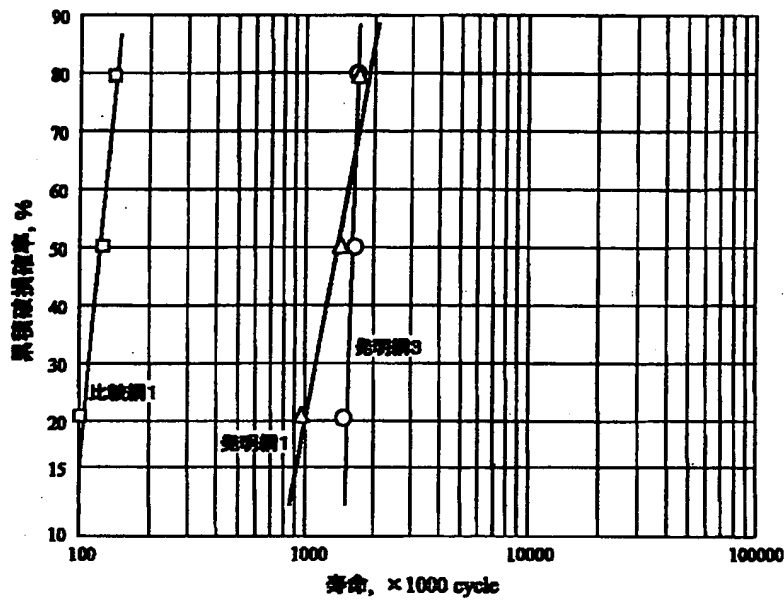
【図3】アウターレースの低角回転耐久結果を示すグラフである。

【図3】

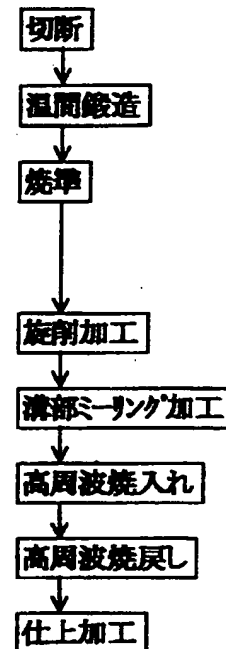
●低角回転耐久条件
-形態 ドライブシャフト組立て状態
-角度 一定角度
-耐久時間 ジョイント平衡温度より+15℃にて停止



【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷

F16C 33/62

識別記号

F I

F16C 33/62

テーマコード(参考)

(72)発明者 井口 達雄

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

(72)発明者 上野 完治

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産
自動車株式会社内

Fターム(参考) 3J101 BA70 DA03 DA09 EA03 EA04
EA06 FA31 FA44

4K032 AA02 AA05 AA06 AA11 AA16

AA19 AA23 AA31 AA32 BA03

CA01 CB02 CF03

4K042 AA22 BA01 BA04 BA05 CA02

CA06 CA08 CA11 DA01 DA02

DA04 DC02 DC03 DE01 DE03